

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2910327号

(45)発行日 平成11年(1999) 6月23日

(24)登録日 平成11年(1999) 4月9日

(51)Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	F I	
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 2 6 B
G 0 3 F 7/20	5 2 1	G 0 3 F 7/20	5 2 1
7/207		7/207	H

請求項の数8 (全 10 頁)

(21)出願番号	特願平3-157822	(73)特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	平成3年(1991)5月31日	(72)発明者	川島 春名 神奈川県川崎市中原区今井上町53番地
(65)公開番号	特開平4-354320	(74)代理人	キヤノン株式会社 小杉事業所内 弁理士 高梨 幸雄
(43)公開日	平成4年(1992)12月8日		
審査請求日	平成8年(1996)12月19日	審査官	國島 明弘
		(56)参考文献	特開 昭62-206629 (J P, A) 特開 昭61-74338 (J P, A) 特開 平2-102518 (J P, A) 特開 平2-50418 (J P, A) 特開 平3-246411 (J P, A)
		(58)調査した分野(Int.Cl. <sup>6</sup> , D B名)	H01L 21/027

(54)【発明の名称】 面位置検出装置及びそれを用いた半導体素子の製造方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 光照射手段からの少なくとも5本の光束を被検面に斜め方向から該被検面の被検領域中の複数点に各々入射させ、該被検面からの少なくとも5本の反射光束を検出手段で検出し、該検出手段からの出力信号を利用して該被検面の面位置情報を検出する際、該光照射手段からの該少なくとも5本の光束は、該被検面を該被検面に垂直な方向から観察したときに該少なくとも5本の光束が互いに独立して観察されるように光路配置されて入射され、前記複数点それぞれからの反射光を個別の光学系を介して前記検出手段で検出していることを特徴とする面位置検出装置。

【請求項2】 前記光照射手段からの5本の光束が、互いにはほぼ同じ入射角 $\phi$ （前記垂直方向に対する角度）で前記被検面に入射せしめられ、該入射角 $\phi$ が、 $\phi \geq 70$

2

°を満たすことを特徴とする請求項1の面位置検出装置。

【請求項3】 前記光照射手段は共通の光学系を介して前記少なくとも5本の光束を前記複数点にそれぞれ導き、該複数点からの反射光束は共通の光学系を介した後、前記個別の光学系を介して前記検出手段で検出されることを特徴とする請求項1又は2の面位置検出装置。

【請求項4】 レチクルの回路パターンを投影光学系によりウエハ面上所定方向に配列された複数のショット領域に投影露光する過程を介して半導体素子を製造する際、光照射手段からの少なくとも5本の光束をウエハ面上のショット領域中の複数点に斜め方向から、該ショット領域の中心及び夫々が所定の四角形の頂点に位置する4つの点に、該ショット領域を該ショット領域に垂直な方向から観察したときに該少なくとも5本の光束が互い

に独立して観察されるように光路配置して入射させ、該ショット領域からの少なくとも5本の反射光束を個別の光学系を介して検出手段で検出し、該検出手段からの出力信号を利用して該ショット領域の面位置情報を検出し、該面位置情報に基づいて該ショット領域を該投影光学系の像面に位置付けた後に該レチクルの回路パターンを該投影光学系により該ショット領域に投影露光したことを特徴とする半導体素子の製造方法。

【請求項5】 前記光照射手段からの5本の光束が、互いにほぼ同じ入射角 $\phi$ （前記垂直方向に対する角度）で前記被検面に入射せしめられ、該入射角 $\phi$ が、 $\phi \geq 70^\circ$ を満たすことを特徴とする請求項4の半導体素子の製造方法。

【請求項6】 前記光照射手段は共通の光学系を介して前記少なくとも5本の光束を前記複数点にそれぞれ導き、該複数点からの反射光束は共通の光学系を介した後、前記個別の光学系を介して前記検出手段で検出されることを特徴とする請求項4又は5の半導体素子の製造方法。

【請求項7】 前記少なくとも5本の光束は前記複数の被検領域の配列された所定方向に対して $0^\circ$ でない所定角度 $\theta$ だけ被検面内で回転させた方向より入射されることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかの面位置検出装置。

【請求項8】 前記少なくとも5本の光束は前記所定の方向に対して $0^\circ$ でない所定角度 $\theta$ だけ被検面内で回転させた方向より入射されることを特徴とする請求項4乃至6のいずれかの半導体素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体素子製造用の投影露光装置において、レチクル面上に形成されている電子回路パターンを投影光学系によりウエハ面上に縮小投影する際に、該ウエハ面上の複数点の面位置情報（高さ情報）を検出し、該ウエハの露光領域を投影光学系の最良結像面に容易に位置させることができ、良好なる投影像が得られる面位置検出装置及びそれを用いた半導体素子の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体素子製造用の投影露光装置には電子回路パターンの微細化、例えばサブミクロンからハーフミクロン程度の微細化及び高集積化が要求されている。そしてこれに伴ない投影光学系に対しては従来以上に高い解像力を有したものが要求されている。この為例えば投影光学系においては高N.A化して露光波長に対しては短波長化が図られている。

【0003】一般に投影光学系の高解像力化を図ろうとN.Aを高くするとパターン投影の許容焦点深度が浅くなってくる。この為多くの投影露光装置では投影光学系の焦点面位置を検出する面位置検出装置が用いられてい

る。この面位置検出装置に対しては単にパターン転写を行なうウエハ面上の露光領域の高さ位置（面位置）情報を検出、調整するのみではなく、パターン転写を行なうウエハ面上の露光領域の傾き等も同時に検出し、調整できることが要望されている。

【0004】従来より焦点面の面位置検出装置としてはウエハ面上の露光領域の周辺部に複数個のエアセンサーを設け、該エアセンサーより得られた露光領域周辺部の高さ情報より露光領域の傾き及び高さ位置等を算出し調整する方法が知られている。

【0005】この他、特公平2-10361号公報では露光領域の中心部の高さ情報を斜入射の高さ位置検出光学系により検出、調整し、これとは別に設けた斜入射の傾き検出光学系（コリメータ）により露光領域内の傾きを検出、調整する方法が提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】一般にパターン転写を行なうウエハ面上の露光領域に凹凸や滑らかな傾きがあると、該露光領域を投影光学系の許容焦点深度内に位置させることが大変難しい。

【0007】例えば図13に示すようにウエハ面上の露光領域90が滑らかな凸状（凹状であっても以下同様である。）となっていたとする。このとき前者の露光領域の複数の周辺部にエアセンサーを配置して計測する方法では、図14に示すように露光領域90の複数の周辺部の測定点91aにおける位置を投影光学系の最良結像面92に合致させることができる。しかしながら露光領域90の中央部91bは許容焦点深度内93から外れてしまうという問題点があった。

【0008】又、後者の斜入射による高さ位置検出光学系と傾き検出光学系を用いる方法は図15に示すように露光領域90の中央部の測定点94の位置を投影光学系の最良結像面92に合致させると共に露光領域全体の平均的な傾き95を最良結像面92に平行とすることができる。

【0009】しかしながらこの方法は露光領域90の周辺部は許容焦点深度内93に位置させることができないという問題点があった。このときの問題点は、例えば図16に示すように露光領域90内に中央部と周辺部に複数の測定点96をとれば露光領域90全体を許容焦点深度内93に位置させることができる。

【0010】しかしながらこの方法は半導体素子製造用の投影露光装置においては投影光学系の下方、空間には即ちウエハステージ周辺部の空間にはウエハステージ制御用のレーザ干渉計やウエハ位置合わせ用の顕微鏡等の部材を配置している為、複数の面位置検出装置を設けることは大変難しいという問題点があった。

【0011】本発明はウエハ面上の露光領域内の複数点の高さ情報（面位置情報）を適切に設定した面位置検出装置により検出し、これによりウエハ面が凹凸形状をし

ていても、又傾いていても該ウエハ面上の露光領域全体を投影光学系の許容焦点深度内に容易に位置させることができる。これにより高密度の半導体素子を製造することができる面位置検出装置及びそれを用いた半導体素子の製造方法の提供を目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の面位置検出装置は、

(1-1) 光照射手段からの少なくとも5本の光束を被検面に斜め方向から該被検面の被検領域中の複数点に各々入射させ、該被検面からの少なくとも5本の反射光束を検出手段で検出し、該検出手段からの出力信号を利用して該被検面の面位置情報を検出する際、該光照射手段からの該少なくとも5本の光束は、該被検面を該被検面に垂直な方向から観察したときに該少なくとも5本の光束が互いに独立して観察されるように光路配置されて入射され、前記複数点それぞれからの反射光を個別の光学系を介して前記検出手段で検出していることを特徴としている。特に、

(1-1-1) 前記光照射手段からの5本の光束が、互いにはほぼ同じ入射角 $\phi$ （前記垂直方向に対する角度）で前記被検面に入射せしめられ、該入射角 $\phi$ が、 $\phi \geq 70^\circ$ を満たすこと。

(1-1-2) 前記光照射手段は共通の光学系を介して前記少なくとも5本の光束を前記複数点にそれぞれ導き、該複数点からの反射光束は共通の光学系を介した後、前記個別の光学系を介して前記検出手段で検出されること。

(1-1-3) 前記少なくとも5本の光束は前記複数の被検領域の配列された所定の方向に対して $0^\circ$ でない所定角度 $\theta$ だけ被検面内で回転させた方向より入射されること。等の特徴としている。

【0013】又、本発明の半導体素子の製造方法は、

(2-1) レチクルの回路パターンを投影光学系によりウエハ面上所定方向に配列された複数のショット領域に投影露光する過程を介して半導体素子を製造する際、光照射手段からの少なくとも5本の光束をウエハ面上のショット領域中の複数点に斜め方向から、該ショット領域の中心及び夫々が所定の四角形の頂点に位置する4つの点に、該ショット領域を該ショット領域に垂直な方向から観察したときに該少なくとも5本の光束が互いに独立して観察されるように光路配置して入射させ、該ショット領域からの少なくとも5本の反射光束を個別の光学系を介して検出手段で検出し、該検出手段からの出力信号を利用して該ショット領域の面位置情報を検出し、該面位置情報に基づいて該ショット領域を該投影光学系の像面に位置付けた後に該レチクルの回路パターンを該投影光学系により該ショット領域に投影露光したことを特徴としている。特に、

(2-1-1) 前記光照射手段からの5本の光束が、互

いにはほぼ同じ入射角 $\phi$ （前記垂直方向に対する角度）で前記被検面に入射せしめられ、該入射角 $\phi$ が、 $\phi \geq 70^\circ$ を満たすこと。

(2-1-2) 前記光照射手段は共通の光学系を介して前記少なくとも5本の光束を前記複数点にそれぞれ導き、該複数点からの反射光束は共通の光学系を介した後、前記個別の光学系を介して前記検出手段で検出されること。

(2-1-3) 前記少なくとも5本の光束は前記所定の方向に対して $0^\circ$ でない所定角度 $\theta$ だけ被検面内で回転させた方向より入射されること。等の特徴としている。

【0014】

【実施例】図1は本発明の実施例1の要部概略図、図2は図1の一部分の拡大説明図である。

【0015】図1において1は縮小型の投影光学系（投影レンズ系）、Axは投影光学系1の光軸である。1aはレチクルであり、その面上には回路パターンが形成されており、レチクルステージ1b上に載置している。1cは照明系であり、レチクル1a面上を均一照明している。投影光学系1はレチクル1a面上の回路パターンをウエハ2面上に縮小投影している。ウエハ2はウエハステージ3面上に吸着固定している。ウエハステージ3は投影光学系1の光軸Ax方向（z方向）と光軸Axを直交する面内（x-y平面内）の2方向（x、y方向）に移動可能で、かつ光軸Axと直交する平面（x-y平面）に対して傾き調整できるようになっている。これによりウエハステージ3面上に載置したウエハ2の面位置を任意に調整できるようにしている。4はステージ制御装置であり、後述するフォーカス制御装置18からの信号に基づいてウエハステージ3を駆動制御している。

【0016】SAは光照射手段、SBは投影手段、SCは光電変換手段であり、これらはウエハ2面の面位置情報を検出する面位置検出装置の一部分を構成している。尚、投影手段SBと光電変換手段SCとで検出手段SBCを構成している。

【0017】本実施例では面位置検出装置を用いてレチクル1a面上の回路パターンを投影光学系1でウエハ2面上に投影する際に、投影光学系1の許容焦点深度内にウエハ2面上の露光領域が位置するようにウエハステージ3を駆動制御している。そしてウエハステージ3をX-Y平面上で逐次移動させ、これにより矩形形状のパターン領域（ショット）39（20mm×20mm程度）をウエハ2面上に順次形成している。

【0018】次に本実施例の面位置検出装置の各要素について説明する。まずウエハ2面上に複数の光束を入射させる光照射手段SAについて説明する。

【0019】5は光源であり、白色ランプ又は相異なる複数の波長の光を照射するように構成した照明ユニットより成っている。6はコリメーターレンズであり、光源5からの光束を断面の強度分布が略均一の平行光束とし

て射出している。7はプリズム形状のスリット部材であり、複数の開口（5つのピンホール）71～75を有している。8はレンズ系であり、両テレセントリック系より成りスリット部材7の複数のピンホール71～75を通過した独立の5つの光束71a～75aをミラー9を介してウエハ2面上の5つの測定点19～23に導光している。このとき投影像の大きさが略等しいピンホール像となるようにしている。又、このレンズ系8は内部に各光束71a～75aのN.A.をそろえる為の開口絞り40を有している。本実施例では以上の各要素5、6、7、8、9より光照射手段SAを構成している。

【0020】本実施例において光照射手段SAからの各光束のウエハ2面上への入射角 $\phi$ （ウエハ面に立てた垂線と成す角）は $\phi=70^\circ$ 以上である。ウエハ2面上には図2に示すように複数個のパターン領域（露光領域ショット）39が配列している。レンズ系8を通過した5つの光束71a～75aはパターン領域39の互いに独立した各測定点19～23に入射している。

【0021】そしてウエハ2面上に入射する5つの光束71a～75aがウエハ2の垂直方向（光軸Ax方向）から観察したとき図2に示すように互いに独立して観察されるようにウエハ2面上にX方向（ショット配列方向）からXY平面内で $\theta^\circ$ 回転させた方向より入射させている。尚、スリット部材7の5個のピンホール71～75はウエハ2面とシャインブルーフの条件を満足するようにウエハ2と共役な同一平面上に設けている。又ピンホール部材7のピンホール71～75の大きさと形状、そしてレンズ系8からの距離等はウエハ2面上で互いに略同一の大きさのピンホール像を形成するように設定している。

【0022】本実施例では以上の各要素5、6、7、8、9から成る光照射手段SAにより、ウエハ2面上に複数の光束（ピンホール）を入射させている。尚、本実施例においてウエハ2面上の測定点は5点に限らずいくつあっても良い。

【0023】次にウエハ2面からの複数の反射光束をCCDより成る位置検出素子としての光電変換手段SCの検出面17に導光し、結像させる投影手段SBについて説明する。

【0024】11は受光レンズであり、両テレセントリック系より成り、ウエハ2面からの5つの反射光束をミラー10を介して反射している。そして受光レンズ11は各測定点19～23に対して各位置24～28にピンホール像を形成している。各位置24～28のピンホール像からの光束は独立に設けた5つの補正光学系12～16に入光している。

【0025】補正光学系12～16は受光レンズ11が両テレセントリック系であるので、その光軸が互いに平行となっており、各位置24～28に形成したピンホール像を光電変換手段SCの検出面17上に互いに同一の

大きさのスポット光となるよう再結像させている。光電変換手段SCは単一の2次元CCDより成っている。本実施例では以上の各要素10、11、12～16より投影手段SBを構成している。

【0026】尚、補正光学系12～16は各々所定の厚さの平行平板とレンズ系を有しており、受光レンズ11の光軸に対して共軸あるいは偏心している。このとき平行平板は各レンズ系の光路長を補正する為に用いている。又レンズ系は各測定点19～23の検出面17上における結像倍率（投影倍率）が略等しくなるように補正する為に設けている。

【0027】即ち、本実施例の如く複数の光束をウエハ面上に斜入射させる斜入射結像光学系では受光レンズ11に対して距離の異なる複数の測定点19～23が光電変換手段SCの検出面17上に結像する際、その結像倍率が互いに異なってくる。

【0028】そこで本実施例では各測定点に対して補正光学系12～16を設けて、これらの各測定点19～23の検出面17上における投影倍率が略等しくなるようにしている。（尚、この補正光学系については本出願人の先の特願平2-44236号で詳細に説明している。）そしてこのときウエハ2面の各測定点19～23の面位置（高さ方向、光軸Ax方向）によって検出面17上に入射するピンホール像（スポット光）の位置が変化するようにしている。光電変換手段SCはこのときのピンホール像の位置変化を検出している。これにより本実施例ではウエハ2面上の各測定点19～23の面位置情報を同一精度で検出できるようにしている。

【0029】又、投影手段SBを介してウエハ2面上の各測定点19～23と光電変換手段SCの検出面17とが互いに共役となるようにして（各測定点19～23に対して倒れ補正を行なっている）これにより各測定点19～23の局所的な傾きによって検出面17上でのピンホール像の位置が変化せず、ウエハ2の表面の光軸Ax方向の各測定点の局所的な高さ位置の変化、即ち測定点19～23の高さに応答して検出面17上でのピンホール像の位置が変化するようにしている。光電変換手段SCは検出面17面上に入射したピンホール像の入射位置情報を検出している。光電変換手段SCで得られた各測定点19～23におけるピンホール像の入射位置情報はフォーカス制御手段18に入力している。

【0030】フォーカス制御手段18は光電変換手段SCからの各測定点19～23の高さ情報（面位置情報）を得て、これよりウエハ2の表面の位置情報、即ち光軸Ax方向（z方向）に関する位置やX-Y平面に対する傾き等を求めている。

【0031】そしてウエハ2の表面が投影光学系1によるレチクル1aの投影面と略一致するようにウエハステージ3の駆動量に関する信号をステージ制御装置4に入力している。ステージ制御装置4はフォーカス制御手段

18からの入力信号に応じてウエハステージ3を駆動制御し、ウエハ2の位置と姿勢を調整している。

【0032】次に本実施例においてウエハ2面上の複数の測定点(19~23)に光束を入射させピンホール像を形成する際の各要素の配置上の特徴について説明する。

【0033】本実施例におけるウエハ2面上の複数の測定点19~23は図2に示すようにウエハ2の矩形状のパターン領域(ショット)39の4隅及びその4隅の略中心に設定している。そして光照射手段SAにより矩形状のパターン領域39のX方向より角度 $\theta$ (同図では $\theta=22.5^\circ$ )回転させた方向より各ピンホール71~75と出た光束を各測定点71~75に照射している。

【0034】このとき光照射手段SAの各ピンホール71~75からの光束がウエハ2の垂直方向から観察したとき、互いに独立して観察されるようにウエハ2面上に入射させている。

【0035】図3は図1のA-A'断面内における補正光学系12~16の空間配置を示す説明図である。

【0036】本実施例では図1の入射角 $\phi$ は $\phi=70^\circ$ 以上となるように斜入射させている。従って補正光学系12~16の中心間の相対距離は光照射手段SAからの光束がウエハ2面上に斜入射していることにより、ウエハ2面上で等間隔の測定点を形成しようとする図3のa-a'方向はb-b'方向に比べて $\cos \phi$ 倍、即ち0.34倍以下と狭くなっていく。

【0037】又、一般に補正光学系12~16の直径は製造上、少なくとも4~5mm程度は必要となるので複数の補正光学系を互いにメカニカルに干渉しないように配置することが難しくなってくる。

【0038】そこで本実施例では光照射手段SAからの光束に対して矩形状のパターン領域39を図2に示すように $\theta=22.5^\circ$ 回転させている。これにより補正光学系12~16の中心が互いにa-a'方向とb-b'方向共に同一の座標を持つことなく、空間的に各々独立に配置できるようにしている。尚、このときの角度 $\theta$ は $22.5^\circ$ に限らず前述の如く5つの光束71a~75aがウエハ2面の垂直方向から見たとき、互いに独立して観察される角度であれば良い。

【0039】図4は図2に示す角度 $\theta$ を $\theta=0^\circ$ としたときのウエハ2面上に入射する5つの光束の入射状態を示したものである。同図に示すように測定点19と22及び測定点20と23に入射した光束は互いに重なって観察される。

【0040】図5は図4に示す如く光束を入射させたときの補正光学系12~16の空間配置の説明図である。同図に示すように測定点19と22に対応する補正光学系12と15がメカニカルに干渉し、測定点20と23に対応する補正光学系13と16とがメカニカルに干渉し、この為これらの補正光学系を空間的に配置するのが

できなくなってくる。

【0041】図6は同様に角度 $\theta=45^\circ$ としたときのウエハ2面上に入射する5つの光束の入射状態を示したものである。同図に示すように測定点19、21、23に入射した光束が互いに重なって観察される。

【0042】図7は図6に示す如く光束を入射させたときの補正光学系12~16の空間配置の説明図である。測定点19、21、23に対応する補正光学系12、14、16は互いにメカニカルに干渉するので、これらの補正光学系を空間的に配置するのが出来なくなってくる。

【0043】これに対して本実施例では前述の如く $\theta=22.5^\circ$ とし、補正光学系12~16の各々中心間の距離が図3に示すように離れた空間配置となるようにして、補正光学系12~16が空間的に容易に配置することができるようになっている。

【0044】本実施例においては以上のように各要素を構成することにより、光照射手段SAによりウエハ2面上の5つの測定点19~23に前述の如く大きさの略等しいピンホール像を照射(形成)している。そして各測定点19~23からの5つの反射光を用いて投影手段SBにより光電変換手段SCの検出面17に大きさの略等しいピンホール像を再結像させている。このときウエハ2面の高さ(光軸Ax方向)によって変化する検出面17上に入射するピンホール像の入射位置情報を光電変換手段SCにより検出している。そして光電変換手段SCはこのときの検出面17上におけるピンホール像の入射位置情報をフォーカス制御装置18に入力している。フォーカス制御装置18は光電変換手段SCからの信号に基づいてウエハ2の高さを各測定点19~23毎に求め、このとき得られた高さ情報をステージ制御装置4に入力している。

【0045】ステージ制御装置4はフォーカス制御装置18からの信号に基づいてウエハステージ3を駆動させ、これよりウエハ2を投影光学系1の最良結像面に位置させている。これによりウエハ2面上にレチクル1aの回路パターンの投影露光を行ない高密度の半導体素子の製造を行なっている。

【0046】図8は本発明の実施例2の要部概略図である。図8において図1で示した要素と同一要素には同符番を付している。

【0047】本実施例では図1の実施例1に比べて受光レンズ11と補正光学系12~16との間の光路中に補正光学系12~16に対応させて5つのミラー24~28を設けて、受光レンズ11からの光束をこれらのミラー24~28を介して補正光学系12~16に導光している点異なっており、その他の構成は実質的に同一である。

【0048】受光レンズ11によりウエハ2面上の各測定点19~23上に形成したピンホール像を補正光学系

12~16の光軸上に配置したミラー34~38の反射点近傍の位置24~28に再結像している。再結像の位置24~28近傍は各々の光束が集光している為、これにより各々の光束に対して個別のミラー34~38を他の光束に影響を与えず配置することを可能としている。

【0049】このように各光束に対して個別にミラー34~38を配置し、これにより図9に示すように5つの補正光学系12~16を空間的に配置する際、 $aa'$ 方向の相対距離が図3に示すミラーを配置しない場合に比べてより広くとることができ、これにより補正光学系の空間的な配置を容易にしている。

【0050】図10は本発明の実施例3の要部概略図である。図10において図1で示した要素と同一要素には同符番を付している。

【0051】本実施例では図1の実施例1の光電変換手段SCを単一の2次元CCDで構成する代わりにウエハ2面上の各測定点19~23に対応させた5つの検出素子(1次元CCDやPSD等の素子)41~45を用いている点と、光路中にミラーを配置して各検出素子にピンホール像を形成し、このときの各検出素子41~45を用いて入射するピンホール像の入射位置情報を検出している点が異なり、この他の構成は実質的に同じである。

【0052】ウエハ2面上の測定点20、22からの光束は受光レンズ11によりピンホール像が結像される結像点26、27近傍に配置したミラー48、49で反射させて補正光学系13、15に入射させている。そして補正光学系13、15により検出素子42、44面上にピンホール像を再結像している。このときのミラー48、49は光束が集光している位置近傍に配置しているので、他の光束に影響を与えることなく光を反射させている。又ウエハ2面上の測定点19、23からの光束は受光レンズ11により集光し、位置24、28にピンホール像を結像し、その後補正光学系12、16により集光しミラー46、47で反射し、検出素子41、45面上に入射している。そして検出素子41、45面上にピンホール像を再結像している。

【0053】又、ウエハ2面上の測定点21からの光束は受光レンズ11により集光され位置26にピンホール像を結像した後、補正光学系14により検出素子43面上にピンホール像を再結像している。

【0054】本実施例ではウエハ2面上に光照射手段SAから複数の光束を入射させる際、ウエハ2に対して図2に示すように $x$ 方向に対して方位角 $\theta=22.5^\circ$ 程度として入射させ、各光束の空間配置上の間隔が広がるようにしている。これにより各々の測定点19~23に対応して個別の検出素子41~45を空間的に容易に配置することができるようにしている。又、各測定点19~23に基づく検出素子41~45からの出力信号を並列処理することを可能とし、信号処理の高速化を図

ている。

【0055】尚、本実施例では検出素子としてPSDを用いれば1次元CCDを用いた場合に比べて信号処理回路が簡素化し、又信号処理を高速化することができるので好ましい。

【0056】図11は本発明の実施例4の光照射手段SA部分のみを示す要部概略図である。同図においてスリット部材7以降の構成については図1の構成と同じである。

【0057】本実施例では光源50からの光束を集光レンズ51を用いてファイバー56の入射面56aに入射させ、ファイバー56の射出面56bから射出した光束によりスリット部材7の1つのピンホール75を照明している。スリット部材7の他のピンホール71~74の照明についても同様の構成の光源、集光レンズ、そしてファイバーを用いて行なっている。光源50は白色ランプ又は相異なる複数の波長の光束を照射する照明ユリットより成っている。

【0058】図12は図11のスリット部材7のピンホール71~75の配置を示すC-C'断面図である。本実施例ではウエハ面上へに光束を入射させるときの $x$ 方向に対する角度 $\theta$ を図2に示すように $\theta=22.5^\circ$ 程度、そして各々のピンホール71~75の空間的な間隔を広くしている。これにより各々のピンホール71~75に対して個別のファイバー52~56による照明を可能とし、例えばウエハ2面上の各々の測定点19~23の反射率が異なっている、個別に光量を調整し、各々の測定点19~23からの反射光の光量を等しくし、高精度な面位置情報の検出を可能としている。

【0059】

【発明の効果】本発明によれば以上のように被検領域を該被検領域に垂直な方向から観察した時に少なくとも5本の光束が互いに独立して観察されるように光路配置して複数点に斜め方向から入射させ、この被検領域からの少なくとも5本の反射光束を個別の光学系を介して検出手段で検出する構成としたことにより、斜め入射角度 $\phi$ が急な構成であっても例えば図5や図7に示されるような反射光束の光路同士の極端な近接状態を避けることができ、よって検出系側に個別の(例えば補正)光学系を配置する場合にこれらの空間配置を容易にすることができ、従って例えば、ウエハ面上の露光領域内の複数点の高さ情報(面位置情報)を適切に設定した面位置検出装置により検出し、これによりウエハ面が凹凸形状をしていても、又傾いていても該ウエハ面上の露光領域全体を投影光学系の許容焦点深度内に容易に位置させることができ、これにより高密度の半導体素子を製造することができる面位置検出装置及びそれを用いた半導体素子の製造方法を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例1の要部概略図



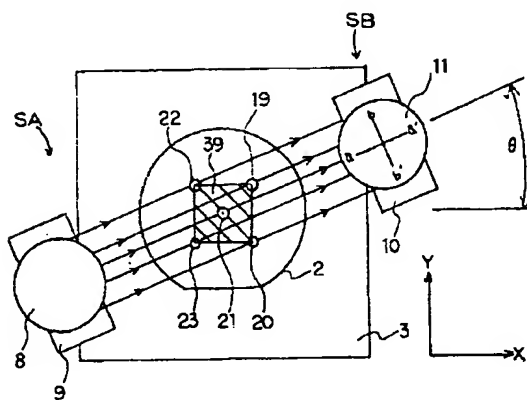
- 【図2】 図1の一部分の拡大説明図  
 【図3】 図1のa-a'断面図  
 【図4】 図2の角度 $\theta$ を変えたときの拡大説明図  
 【図5】 図4で示す場合の補正光学系の配置を示す説明図  
 【図6】 図2の角度 $\theta$ を変えたときの拡大説明図  
 【図7】 図6で示す場合の補正光学系の配置を示す説明図  
 【図8】 本発明の実施例2の要部概略図  
 【図9】 図8のa-a'断面図  
 【図10】 本発明の実施例3の要部概略図  
 【図11】 本発明の実施例4の一部分の概略図  
 【図12】 図11のc-c'断面図  
 【図13】 ウエハ形状の説明図  
 【図14】 ウエハ表面と投影レンズの許容焦点深度との位置関係を示す説明図  
 【図15】 ウエハ表面と投影レンズの許容焦点深度との位置関係を示す説明図  
 【図16】 ウエハ表面と投影レンズの許容焦点深度との位置関係を示す説明図

## \*【符号の説明】

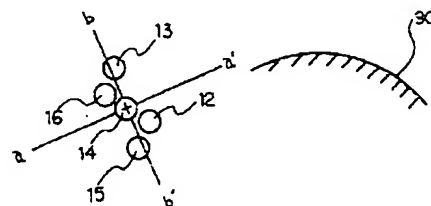
- SA 光照射手段  
 SB 投影手段  
 SC 光電変換手段  
 1 投影レンズ  
 1a レチクル  
 2 ウエハ  
 3 ウエハステージ  
 4 ステージ制御装置  
 10 5 光源  
 6 コリメーターレンズ  
 7 スリット部材  
 8 レンズ系  
 9, 10 ミラー  
 11 受光レンズ  
 12~16 補正光学系  
 17 検出面  
 18 フォーカス制御装置  
 71~75 ビンホール

\*20

【図2】

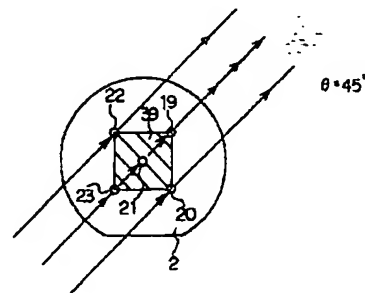


【図3】

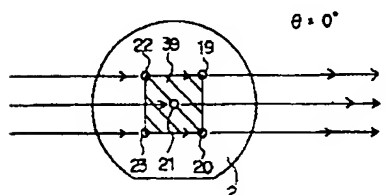


【図13】

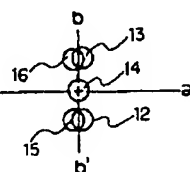
【図6】



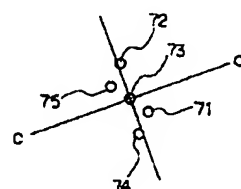
【図4】



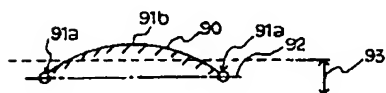
【図5】



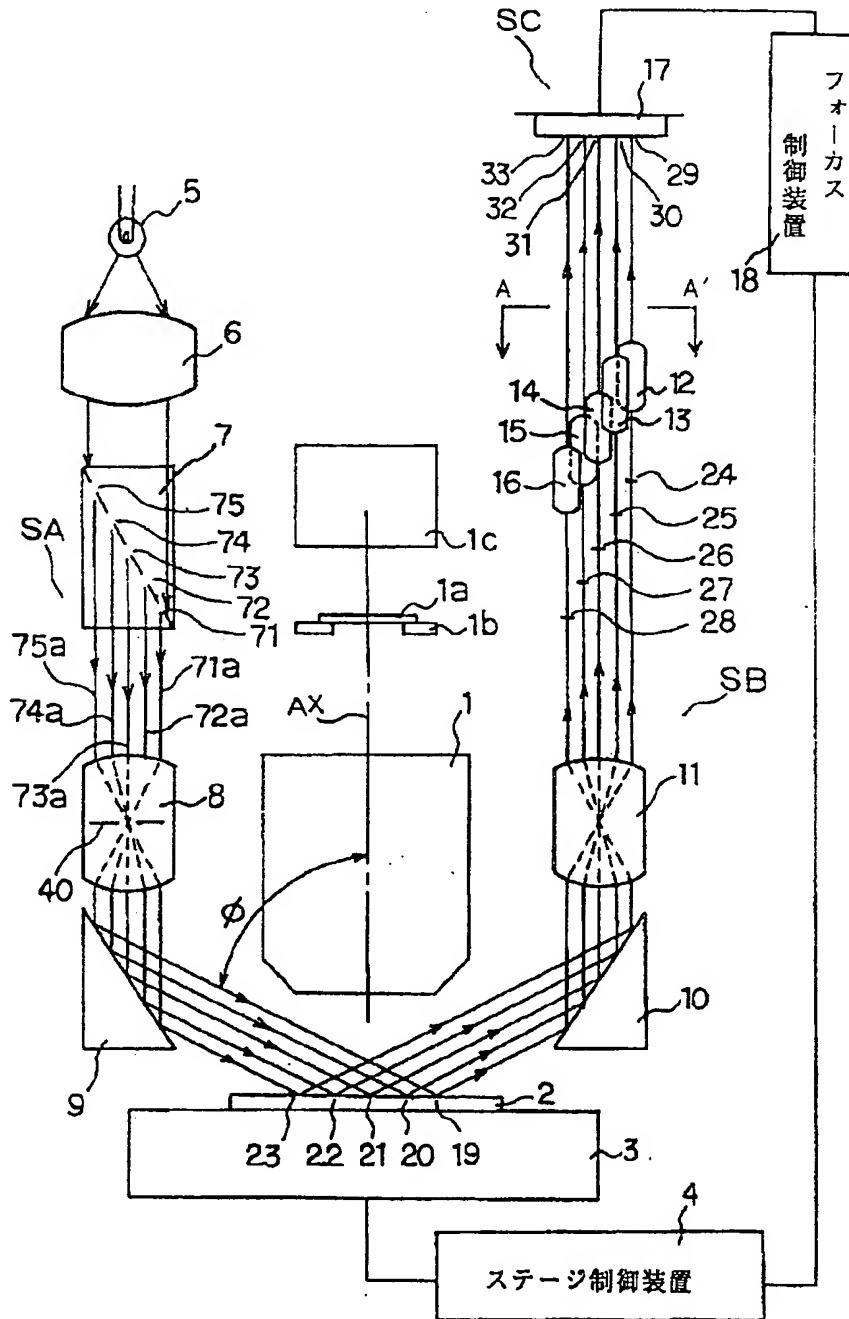
【図12】



【図14】



【図1】



【圖 11】

